

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-324333

(43)Date of publication of application : 25.11.1994

(51)Int.Cl. G02F 1/1335  
F21V 8/00  
G02B 5/02  
G02B 6/00

(21)Application number : 06-013997

(71)Applicant : PHILIPS ELECTRON NV

(22)Date of filing : 11.01.1994

(72)Inventor : DE VAAN ADRIANUS J S M  
SCHAAREMAN PAULUS  
BARTHOLOMEUS JOHANNES

(30)Priority

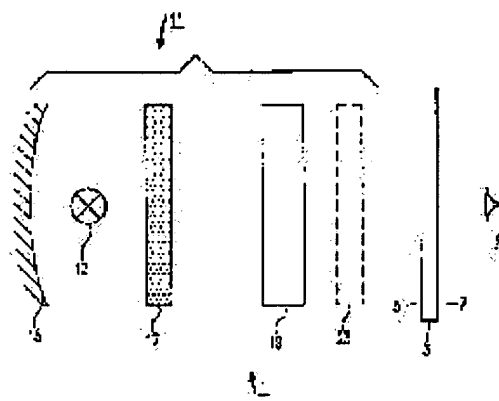
Priority number : 93 93200056 Priority date : 11.01.1993 Priority country : EP

## (54) ILLUMINATION SYSTEM AND DISPLAY DEVICE INCLUDING SUCH ILLUMINATION SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an efficient illumination system capable of converting the irradiation of the max. quantity from an irradiation source to irradiation having the polarization characteristic of a desired direction and a display device including such illumination system.

CONSTITUTION: This display device 1 has a display panel 3 and the illumination system 11 including an irradiation source 13 and a diffuser 17. The device is provided with a cholesteric filter 19 between the irradiation source 13 and the display panel 3 in order to execute polarization conversion with high efficiency. The filter allows the transmission of such irradiation having the desired polarization state within a wavelength range equal to at least the entire visible wavelength range. Further, the device is provided with a reflector 15 on the side further from the filter of the diffuser 17. The reflector sends back the irradiation which is reflected by the filter 19 and is eliminated of the polarization by the diffuser 17 to the filter.



## LEGAL STATUS

\* NOTICES \*

The Japanese Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] this invention is a lighting system which supplies the lighting beam with the predetermined polarization status, and relates to a lighting system which has a source of irradiation, and a diffuser in order. Moreover, this invention relates also to the display containing the above lighting systems.

[0002]

[Description of the Prior Art] Such display can be classified into two formats, i.e., picture image projection equipment and a flat panel display. Picture image projection equipment is the equipment by which image formation is carried out on the screen in the type where the picture image generated by the display panel like a liquid crystal panel was expanded by the projection lens system with comparatively big distance \*\*\*\*\*. A picture image is generated by the display panel also in a flat panel display. The dimension of the orientation which crosses the above-mentioned display panel of this equipment is very dimension / of the parvus, i.e., picture image projection equipment, ] the parvus comparatively. In a flat panel display, since a televiewer looks at a display panel directly, this equipment is also called accepting-reality equipment. In such equipment, in the orientation in which the dimension of the lighting system which illuminates the above-mentioned display panel crosses this panel, the parvus's is desirable.

[0003] For example, video-presentation equipment and monitor \*\* of a computer system of the above-mentioned display are the display of a control panel etc.

[0004] The lighting system of a format which uses for a flat panel display and was stated at the beginning of this suitable specification is known from the U.S. patent of No. 4,737,896.

[0005] While the lighting system indicated by the above-mentioned U.S. patent is arranged just behind a penetrated type display panel, on the interior material of an irradiation proposal with an irradiation dispersion output side, it has the source of irradiation of the irradiation which carries out incidence, and this member scatters the above-mentioned irradiation toward a liquid-crystal-display panel (it is hereafter called LCD panel).

[0006] In the display which has LCD panel, since it is the low permeability of a rate and a \*\* LCD panel which is a display side among the irradiation supplied by the luminous efficacy of irradiation, i.e., a source, and a televiewer can see, it is comparatively low. The pixel with the translucent ground is because a part of display-panel side is covered. Other fractions of the above-mentioned field are occupied by the driver element of these pixels. LCD panel operates based on change of the polarization status of light which carries out incidence to the liquid crystal material of the concerned element by each pixel. Therefore, the irradiation light with the predetermined polarization status like the light in which a display panel has the predetermined polarization orientation and by which the linearly polarized light was carried out, and a light levo-rotatory [ \*\* ] or dextro-rotatory by which the circular polarization of light was carried out must irradiate. Therefore, a polarization means is prepared in known display and it has changed into the light in which this polarization means has the polarization status of a request of the light which does not polarize from the source of irradiation. However, a loss of the abbreviation half of the above-mentioned light is followed on this conversion.

[0007] The polarization means used for the conventional direct-viewing-type display absorbs the light with the polarization status which is not desirable. Therefore, the source of high brightness irradiation must be used for this equipment so that the light of sufficient amount for a televiewer may be obtained. however -- since such a source of irradiation has a comparatively big dimension and uses a lot of energy -- desirable -- main power supply \*\*\*\* -- separating -- use -- it is seldom suitable for the small display to which things are made Moreover, since the light which carries out incidence to the above-mentioned polarization means is high brightness, this polarization means is heated by even the remarkable grade. Since these polarizers are arranged near the above-mentioned LCD panel in the concerned equipment, although it will be necessary to incorporate a cooling system, such a system will make equipment intricately and expensive.

[0008]

[Objects and Summary of the Invention] Therefore, the purpose of this invention is to offer an efficient lighting system convertible into the irradiation with the polarizability of the orientation of a request of irradiation of the peak from the source of irradiation.

[0009] In order to attain the above-mentioned purpose, the aforementioned diffuser is a diffuser which cancels polarization and the lighting system by this invention is characterized by being prepared in the side with the farther cholesteric VCF from

the aforementioned source of irradiation of the aforementioned diffuser which operates by \*\*\*\* visible wavelength within the limits at least, and preparing a reflector in the farther one side from the aforementioned VCF of the aforementioned diffuser. [0010] Please understand that a dissolution of polarization means changing into the irradiation which does not polarize the irradiation with a certain polarization status, i.e., the irradiation with a different polarization component, partially at least in the above.

[0011] A cholesteric VCF has the optical layer of the liquid crystal polymer material with cholesteric regularity. It means that this forms the spiral structure in which the molecule of the above-mentioned material of the solution status is arranged spontaneously, and has pitch  $p$ . If the above-mentioned solution is prepared an optical target thin between two parallel substrates as an activity layer, orientation of the aforementioned spiral structure will be carried out so that the shaft of this spiral may cross the above-mentioned layer. The orientation of this spiral is improvable by preparing an orientation layer on the opposite side of each above-mentioned substrate.

[0012] If the irradiation beam which does not polarize carries out incidence to the above VCFs, the irradiation component which has the wavelength corresponding to pitch  $p$  of the above-mentioned spiral with the hand of cut (levo-rotatory \*\* is dextro-rotatory) which corresponds in the orientation of the aforementioned molecule spiral and by which the circular polarization of light was carried out will be reflected, and the circular polarization of light component with the wavelength which, on the other hand, does not suit an opposite hand of cut and the above-mentioned VCF will be penetrated. Reflected wave length  $\lambda_{dao}$  of this cholesteric VCF is prescribed by  $\lambda_{dao} = 1/2(n_o + n_e)p$ , the material of the concerned VCF usually reaches respectively here,  $n_o$  and  $n_e$  are extraordinary indexes, and  $p$  is the pitch of the aforementioned molecule spiral.

[0013] The light which has the polarization orientation which is not desirable in this way is not absorbed any longer by this cholesteric VCF, and is reflected rather. Although this light is transmitted by the reflector subsequently to the concerned cholesteric VCF, since depolarization is carried out by the diffuser, a part of above-mentioned reflected light will have the desired polarization orientation again, therefore it is penetrated with the concerned VCF to the aforementioned display panel. With this VCF, the remainder of the above-mentioned reflected light is the favor which uses the diffuser since it is subsequently reflected by the reflector, and will carry out incidence of a part of this reflected light to the concerned cholesteric VCF in the state of the right polarization, therefore is penetrated to the aforementioned LCD panel. Thus, 80% of the light of the wavelength band where this cholesteric VCF operates can be changed into the desired polarization status. Furthermore, since the above-mentioned cholesteric VCF operates over a visible wavelength domain, the component with the polarization status which is not desirable will be reflected in the orientation of a reflector by the concerned VCF about all irradiation of this wavelength within the limits, it will be again transmitted to this VCF, therefore the above-mentioned luminous efficacy which becomes 80% is applied to a full-visible wavelength domain. It is suitable for the light penetrated with such a cholesteric VCF illuminating both a monochrome display panel and the display panel of the color.

[0014] while the white light which has the desired polarization status by combining a cholesteric VCF and a depolarization diffuser with the source of irradiation and a reflector is supplied -- luminous efficacy -- the source of irradiation -- \*\*\*\*\* -- a special lighting system [ like ] is obtained If a lamp efficient as a source of irradiation is used, a desired optical output can be obtained with the power of comparatively a low consumption. Although the concerned lighting system mainly aims at the object for direct-viewing-type display, this lighting system can be effectively used also in the optical equipment which must use the light with picture image projection equipment and the predetermined polarization status.

[0015] Here, note that it is known to use a cholesteric VCF as a polarizer itself. "The polarization light filter which consists of cholesteric LC silicone" light filter [ else / Maurer / R. / which was carried on the 110-113rd page of Digest of Technical Papers in SID international symposium in 1990 ] A cholesteric VCF is known from the becoming reference. The cholesteric VCF indicated by this reference has the optical active layer containing the polymer material with the cholesteric regularity which makes silicone a basis. In order that the above-mentioned reference by Maurer may raise a polarization conversion efficiency, what combines the above-mentioned cholesteric VCF with a depolarization diffuser and a reflector has not proposed at all.

[0016] Moreover, 29th Japanese Journal of Applied Physics, A "new liquid-crystal polarization color projection principle" principle [ by M.Schadt and J.Funfschilling which were carried on the 1974-1984th page in No. 10 and October, 1990 ] from the becoming reference While the polarization status of the beam reflected by this VCF in the cholesteric VCF in the lighting system for LCD panels is inverted, it is known to combine with a mirror reflection machine which transmits this beam again subsequently to this VCF. Thus, the light of the polarization status which was not suitable from the first to the VCF is also transmitted to LCD panel. However, the above faults of a mirror reflection machine have this reflector in the point of centralizing the irradiation reflected by the cholesteric VCF on the source of irradiation of the gestalt of a lamp. Since this lamp has the effect which absorbs irradiation of itself, it remains in the picture image in which the configuration of this lamp is finally formed with display, and becomes obstructive for a televiewer.

[0017] Furthermore, when high enough, while the levorotation of the above-mentioned cholesteric VCF and the selectivity to dextrorotatory circular polarization of light irradiation are arranged ahead of LCD panel and form a part of conventional LCD panel, a polarizer which guarantees the analyzer arranged behind the concerned LCD panel and sufficient contrast of a formation picture image becomes possible [ omitting ] together.

[0018] In the latest display, LCD panel which changes the irradiation with the 1st predetermined polarization orientation by which the linearly polarized light was carried out into the irradiation with the polarization orientation of the above 1st and the

2nd perpendicular polarization orientation by which the linearly polarized light was carried out is preferably used according to the drive of a predetermined pixel. The lighting system which was very suitable for the above display is characterized by forming  $\lambda/4$  plate of a wide band in the farther one side from the diffuser of a cholesteric VCF.

[0019] The  $\lambda/4$  above-mentioned plate is changed into the irradiation with the polarization orientation which was suitable for LCD panel in the irradiation which is outputted from the aforementioned VCF, and by which the circular polarization of light was carried out by which the linearly polarized light was carried out. Wide band  $\lambda/4$  plate is the transparent element which realizes a phase shift which is changed into the irradiation to which the linearly polarized light of the irradiation by which the circular polarization of light was carried out in the beam in the full wave length ( $\lambda$ ) of a visible wavelength domain was carried out while it consists of two or more layers. "by which such  $\lambda/4$  plate was carried by SID'92 Exhibit Guide of the U.S., Massachusetts, a Boston bag, and Society for Information Display on 17-May 22, 1992 by Nitto Denko -- Retardation Film for STN-LCD -- 's'NRF' -- " -- it is indicated by reference

[0020] The aforementioned cholesteric VCF has two or more layers of a liquid crystal polymer material, the 1st example of the lighting system by this invention operates in the wavelength band where each of these layers is different, and these wavelength band is characterized by covering a visible wavelength domain at least in cooperation.

[0021] Moreover, the desirable example of the lighting system by this invention has a layer with a single liquid crystal material, and the aforementioned cholesteric VCF is characterized by changing continuously in this layer between two values respectively corresponding to the lower limit and upper limit of the reflexogenic-zone region which needs the pitch of a molecule spiral to cover a full-visible wavelength domain at least.

[0022] The pitch of the molecule spiral of the liquid crystal polymer material in which the above-mentioned example has cholesteric regularity succeeds in realizing the monolayer cholesteric VCF with which an applicant has change of a pitch big enough in a layer, while it is based on the discernment of the ability to make it change continuously, and uses the fact that the need of accumulating two or more layers formed of the liquid crystal material with the wavelength reflexogenic-zone region where each is different in this way has already been lost. In the cholesteric VCF which has the pitch by this invention which changes continuously, the aforementioned polymer layer is divided into an imagination sublayer which reflects irradiation of the polarization status which is not desirable for LCD panel in an own wavelength band as the result while each has an own pitch. Since such all sublayers put together realize desired reflex in the wavelength domain of desired, the single layer is enough to cover a full-visible wavelength domain (for 400nm and 780nm). It is enough if a thickness thinner than the sum thickness needed when putting by change which the pitch in a single layer followed in order to realize reflex of a request of in the same wavelength band as the above for a separate layer is used.

[0023] The above-mentioned advantage has the optical quality of the concerned VCF in the point which becomes better. In fact, the above qualities of a VCF deteriorate comparatively abruptly as the number of layers increases to \*\*\*\*\* Rix by the typical error and loss of molecular arrangement. Since the cholesteric layer with the reflexogenic-zone region which becomes 50nm has the polarization effect, the concerned layer must have the minimum thickness which becomes 5 micrometers. Therefore, in order to cover a visible wavelength domain completely, when not taking the increase in the required reflective bandwidth by the visual field dependency into consideration, the layer of seven to eight sheets is required of the minimum. According to this, the minimum thickness is set to 35 micrometers. 20 micrometers is enough for the thickness to operate as a polarizer in the case of the monolayer cholesteric VCF from which a pitch changes continuously over a thickness. On the other hand, a visual field dependency becomes large along with the increase in thickness. This means that the effectiveness of a VCF will fall sharply if a thickness becomes large at an angle bigger than a predetermined incident angle to the irradiation which carries out incidence.

[0024] The idea of this invention about the above can be used even when a cholesteric material which is not suitable for realizing change of a spiral pitch big enough within a single layer is used.

[0025] As for the example of the lighting system by this invention which is applied when above, two or more layers of the aforementioned cholesteric VCF are characterized by having a liquid crystal polymer from which the pitch of a molecule spiral changes continuously, and these layers operating in a respectively different wavelength band at least.

[0026] By changing a pitch in two or more layers, the wavelength domain of the concerned layer increases \*\*\*\*\* of a VCF. Since the number of the layers required for covering a full-visible wavelength domain as a result becomes what was restricted very much, the advantage in the case of the VCF layer of the decimal mentioned above also in this case is acquired.

[0027] It is characterized by the example of further others of the lighting system by this invention forming the self-support type layer suitable for attaching in other elements in the concerned system, while the polymer material of the aforementioned cholesteric VCF forms a 3-dimensional plex structure.

[0028] The optical active layer which forms a 3-dimensional plex structure is very strong, and can be used as a self-support type layer as a result.

[0029] In the above-mentioned case, the substrate needed in case of the manufacture for the orientation of the optical active layer of a cholesteric VCF and the polymerization can be removed after carrying out these processes, and thereby, it can make the concerned lighting system small.

[0030] Since it is dependent not only on the wavelength of incidence irradiation but the degree of incident angle in which this irradiation carries out incidence to the concerned VCF, the effectiveness of a cholesteric VCF A diffuser which guarantees that all display panels are illuminated especially in direct-viewing-type display while the depolarization of the irradiation which is prepared in the concerned lighting system and has the polarization status which is not desirable is guaranteed As far

as it is related with a cholesteric VCF, irradiation may have the fault of being scattered about at a big angle toward a cholesteric VCF. When the degree of incident angle changes, the wavelength band in which a VCF reflects alternatively according to polarization shifts. the irradiation which carries out incidence with the degree of incident angle in which the concerned VCF is different from the actual wavelength band whose wavelength band which should be reflecting as for this is the visible wavelength domain of between (400nm and 780nm) in 90 degrees -- also receiving -- polarization -- alternative -- making -- it is equal to the sum with the wavelength band of imagination of a sake Since a gap of the wavelength band as a function of change of an incident angle is 2nm per time, when [ extreme ] the domain of an incident angle is 180 degrees, the above-mentioned virtual wavelength band is set to 360nm. Therefore, a total reflection band must be  $380\text{nm}+360\text{nm}=740\text{nm}$ . [0031] The requirements which are other examples by this invention and are imposed on a cholesteric VCF can be eased. for example, a lighting system [ that it should be much more suitable for illuminating LCD panel ] A transparent element is optically prepared between the aforementioned diffuser and the aforementioned cholesteric VCF. The aforementioned VCF of this element is faced and it is characterized by the thing to which a side extends in \*\* on the other hand at least and for which it has periodic and the structure where irradiation is made refracted, and this structure centralizes the irradiation from the aforementioned diffuser at an angle of predetermined.

[0032] Since the above-mentioned beam lumped element decreases the zone of the incident angle in which irradiation carries out incidence to a cholesteric VCF, the virtual band mentioned above follows and the necessary reflexogenic-zone regions of the concerned VCF decrease in number. As a result, a monolayer VCF does not need change of a so big spiral pitch, and many layers do not need a multilayer VCF, either.

[0033] \*\* may be two-dimensional even if [ according to the configuration of display / 1 dimension-/ the aforementioned periodic structure ].

[0034] In the display with LCD panel, as for a panel, it is desirable to irradiate at an angle of limitation predetermined possible ] so that the greatest contrast may be acquired. By adjusting the aforementioned beam lumped element, the mean angle to which irradiation is outputted from the concerned element can be adjusted, and, thereby, it can contribute to implementation of the above-mentioned requirements.

[0035] The periodic structure of the aforementioned beam lumped element is realizable by various technique.

[0036] The example of the lighting system by this invention to which the 1st above-mentioned possibility is applied The 1st board which has the 1st periodic structure where the field where the aforementioned element counters the aforementioned VCF extends in the 1st orientation in the field of the concerned board, It is characterized by providing the 2nd board which has the 2nd periodic structure where the field which counters the aforementioned VCF extends in the field of the concerned board in the 1st aforementioned orientation and the 2nd orientation which makes a certain angle.

[0037] Moreover, other examples of the lighting system by this invention are characterized by having a board with the aforementioned single element and having the irradiation refraction structure with the two-dimensional field which counters the aforementioned VCF of this board.

[0038] The element of the above-mentioned periodic structure is realizable with further various gestalt. For example, the example of further others of the lighting system by this invention is characterized by the 2nd aforementioned field connoting the 2nd angle, while the aforementioned irradiation refraction structure has the 1st surface field and the 2nd surface field used as this and alternation and the 1st aforementioned field connotes the 1st angle to the normal of the concerned element.

[0039] Small lens \*\* to which the element of the aforementioned periodic structure operates by total internal reflection may be prism, and a prism angle and /\*\* can be optimized from choosing the refractive index of a prism material pertinently.

[0040] Here, notice it used in order to centralize irradiation for the board with prism at a predetermined space angle in a lighting system itself about it being known from patent-application public presentation of No. 257188 [ two to ]. However, this reference has not made reference at all about the advantage of the prism plate in the combination and such combination with a cholesteric VCF.

[0041] Moreover, this invention relates also to the picture image projection equipment possessing a lighting system, the display which has at least one penetrated type display panel which generates the picture image which should be projected, and the projection lens system which projects the generated picture image on the projection screen. And it is characterized by such equipment by this invention being the lighting system which the above-mentioned lighting system mentioned above.

[0042] Furthermore, it is characterized by this equipment by this invention being the lighting system which this lighting system mentioned above also about the flat panel type display with which this invention has a lighting system and a penetrated type display panel.

[0043] The pattern of a dichroic mirror corresponding to each pixel of the aforementioned display panel in the above luminous efficacy of display equipped with a color-display panel is arranged at the former close-attendants side of these pixels, and, on the other hand, each of irradiation outside this wavelength band of these mirrors improves much more by being characterized by the thing which is made to penetrate irradiation of the wavelength band applicable to a corresponding pixel and which reflects in abbreviation completeness.

[0044] The U.S. patent of No. 5,029,986 is stating how luminous efficacy is improved by indicating the color-display panel with the matrix of the incorporated dichroic mirror, and combining such a mirror matrix with a reflector. A very efficient electrochromatic display is obtained by combining with a lighting system of a format which mentioned the above panels above.

[0045]

[Example] The direct-viewing-type display 1 notionally shown in drawing 1 has the penetrated type display panel 3 with display side 7 turned to lighting side 5 and the televiewer 9. This display 1 has the lighting system 11 by this invention further. This lighting system 11 has the source 13 of irradiation, and the reflector 15 arranged behind this source of irradiation. The diffuser 17 over which the irradiation from the source 13 of irradiation is scattered toward a display panel 3 is arranged between the source 13 of irradiation, and the display panel 3, and illuminates this panel uniformly.

[0046] The above-mentioned display panel 3 is for example, a liquid-crystal-display panel (LCD panel), and while this display panel is formed of two glass substrates, the liquid crystal layer by which orientation was carried out is prepared among these substrates. \*\*\*\*\* of the polarization status of light that the above display panels pass this panel operates based on un-changing, and must be irradiated by the light with the predetermined polarization status. Since the irradiation emitted by the aforementioned source 13 of irradiation does not polarize, this irradiation must be changed into the polarization status which was suitable for the above-mentioned panel 3 first.

[0047] Conversion of the polarization status in the above-mentioned lighting system 11 by this invention is realized very efficiently by new cholesteric VCF 19 which acts by full-visible wavelength within the limits. This VCF 19 is designed so that the transmitted light polarization over the above-mentioned wavelength domain may be equivalent to the polarization suitable for the display panel 13. Above-mentioned cholesteric VCF 19 is arranged between a diffuser 17 and the display panel 3. Incidence of the irradiation which does not polarize from the aforementioned source 13 of irradiation is carried out to cholesteric VCF 19 through a diffuser 17.

[0048] Although the cholesteric VCF currently used for known display operates only in the about 50nm limited wavelength band, this band is very narrower than the visible wavelength domain of no less than 380nm. Although irradiation of the wavelength of the area outside the reflexogenic zone of a known VCF is penetrated in the type not polarizing, this means operating as a polarizer only to the wavelength domain to which this VCF was restricted. For using picture image projection \*\*\*\*\* for such ground, as a polarizing filter of the application which was mentioned above in the equipment of a flat panel display etc., although the known VCF is very suitable as a light filter, reflective bandwidth is not fully wide.

[0049] The width of face of reflexogenic-zone region  $\Delta\lambda$  is prescribed by  $\Delta\lambda = \lambda_0 \Delta n / n_a$ ,  $\Delta n = n_e - n_o$  is a birefringence here,  $n_e$  and  $n_o$  are abnormalities and a usual refractive index respectively, and  $n_a = (n_e + n_o) / 2$  are mean refractive indexes. Moreover,  $\lambda_0$  is the main wavelength of an alternative reflexogenic-zone region in case irradiation carries out incidence perpendicularly, and is specified by  $\lambda_0 = n_a p / (n_e + n_o)$ , and  $p$  is the pitch of the molecule spiral of the above-mentioned VCF here. In a visible wavelength domain, the width of face of a reflexogenic-zone region cannot mainly be decided by birefringence  $\Delta n$  of a cholesteric material, and this birefringence can change only to few grades. Generally,  $\Delta n$  of the parvus to bandwidth is narrower than 100nm from 0.3, and is usually about 50nm.

[0050] In order to obtain the suitable cholesteric VCF for display, i.e., the cholesteric VCF which operates in the full-visible wavelength domain, two or more narrow-band cholesteric layers with the reflexogenic-zone region where each is different can be accumulated. In this case, such a composite filter has comprehensive reflective bandwidth equal to the sum of the reflective bandwidth of a separate layer, and it is so wide that this bandwidth is enough to polarize light in a full-visible wavelength domain.

[0051] However, when it consists of a single layer in principle according to this invention and pitch  $p$  of a molecule spiral changes between a lower limit and an upper limit over this thickness, a cholesteric VCF which is equivalent to bandwidth required for the reflective bandwidth as a result to operate by full-visible wavelength within the limits is used.

[0052] The advantage of this monolayer VCF has the optical quality in it being very good to the accumulated VCF. It is because presence of the error of \*\*\*\*\* Rix (cholesterics) and the loss by even molecule regularity will result and an optical quality will deteriorate along with the increase in the number of layers, if a layer is piled up. Furthermore, a viewing-angle dependency increases in connection with the increase in the number of a layer thickness, therefore layers. About the irradiation which carries out incidence of this with an incident angle bigger than a predetermined value, it means that the effectiveness of a VCF decreases sharply in connection with the increase in a thickness.

[0053] To a full-visible wavelength domain, reflective 780nm-400nm=380nm becoming bandwidth is needed. The effectiveness of a cholesteric VCF is decided also with the incident angle in which the irradiation which should polarize carries out incidence. The reflexogenic-zone region of a VCF shifts as a function of an incident angle like 2nm per time. It means that it must supplement with the reflexogenic-zone region for which this is needed by change of an incident angle to a visible wavelength domain by the virtual wavelength band. To the maximum range of an incident angle, i.e., 180 degrees, a total reflection band must be 380nm+180x2nm=740nm. In a visible wavelength domain, the width of face of the reflexogenic-zone region to a known cholesteric layer is averaged, and since it is 50nm, the conventional pile VCF must have about 15 layer.

[0054] The cholesteric VCF which consists of a single layer from which pitch  $p$  changes continuously covering the thickness of a layer can be created as follows. First, the mixture of a reactant monomer is created. Since this mixture has the different chiral (chiral) component and different \*\*\*\*\* (nematogeneous) component of weight % and these components have a number respectively different like 2 and 1 of reactant machines, the two above-mentioned monomers have different reactivity. Subsequently, the color of a stabilizing agent and a constant rate is added to this mixture. Thus, subsequently the created mixture is allotted between two transparent substrates in which each has the layer of a polyimide. These each class is used in order to carry out orientation of the molecule spiral generated automatically into the above-mentioned cholesteric mixture. In order to prevent discontinuous (disclinations) formation, the two above-mentioned substrates are sheared covering

a short distance until even regularity is acquired. Subsequently, since the above-mentioned reactant mixture is photopolymerized by the UV irradiation in ambient temperature, a 3-dimensional plex structure is formed. Thus, it is possible to remove this optical layer from the aforementioned substrate, and to use it as a self-support type cholesteric VCF with the intensity of the formed optical active layer. For example, the desired reflective bandwidth like the reflective bandwidth equivalent to a full-visible wavelength domain can be obtained by changing the wavelength and the output of the amount of a color, and an ultraviolet linear light.

[0055] Curvilinear a of drawing 2 shows the reflectance spectrum of a cholesteric VCF whose pitch  $p$  is fixed covering the thickness of a layer. This VCF was obtained without adding a color. The reflective bandwidth of this VCF was only about 45nm.

[0056] On the other hand, curvilinear b of drawing 2 shows the reflectance spectrum of the cholesteric VCF with which the color existed at the time of a polymerization. The reflective bandwidth of this VCF is about 230nm.

[0057] Although the manufacture technique of a VCF which has pitch  $p$  which is the above monolayer cholesteric VCFs and changes continuously over a thickness itself is not the summary of this invention, the manufacture technique of such a VCF is described in detail at the application (reference number :P [14629] HN.) made by the applicant on this patent application and the same day.

[0058] The example which is not remarkable is a cholesteric VCF which consists of two or more layers which have pitch  $p$  of a molecule spiral from which some layers change continuously over a thickness at least rather than it can set in the cholesteric VCF with which the optical quality of a VCF is sharply excellent, and a viewing-angle dependency consists of many narrow-band cholesteric layers.

[0059] A layer from which pitch  $p$  changes over a thickness can be manufactured by the same technique as the case of the VCF of the monolayer mentioned above.

[0060] If the bandwidth of a cholesteric layer was increased to about 150nm so that this invention might propose, the number of the layers needed to a visible wavelength domain can be decreased from 15 to 5.

[0061] With the property which the cholesteric VCF mentioned above, the irradiation by which the circular polarization of light was carried out in the orientation corresponding to the orientation of a molecule spiral is reflected in the orientation of the source 13 of irradiation, and the irradiation by which the circular polarization of light was carried out reversely on the other hand is penetrated with VCF 19. The irradiation in which the above was reflected reaches a diffuser 17 again after that, and depolarization is carried out in this distributed machine. Subsequently to a reflector 15 incidence of this irradiation by which depolarization was carried out is carried out, and reflex in the orientation of VCF 19 is made on this reflector. A part of irradiation which reaches a VCF again and which does not polarize has the circular polarization of light status suitable for transparency. The remaining fraction goes and comes back to the irradiation path again mentioned above, and a part of irradiation penetrates it each time. The irradiation to which not all abbreviation polarizes except the reflection loss is changed into the irradiation which was suitable for the display panel 3 as mentioned above and by which the circular polarization of light was carried out.

[0062] The light from the source 13 of irradiation is scattered about over the angle zone of 180 degrees of abbreviation with a diffuser 17, as shown in a of drawing 3. Although the effectiveness of a cholesteric VCF is decided also not only with the wavelength of the irradiation which carries out incidence but with the incident angle of this irradiation, the above diffusers turn irradiation to a VCF and are scattered about with a big incident angle. As a result, the reflexogenic-zone region of the VCF required for covering a predetermined wavelength domain increases by the virtual wavelength band, and must be made to become effective similarly to a big incident angle. A gap of the reflexogenic-zone region as a function of an incident angle is 2nm per time. As a result, a reflexogenic-zone region must increase only  $180 \times 2\text{nm} = 360\text{ nm}$  to a 180-degree angle zone.

[0063] By forming the beam lumped element 21 between a diffuser 17 and cholesteric VCF 19, as shown in drawing 4, the zones of an incident angle decrease in number sharply, and the total reflection bands for which the concerned cholesteric VCF is needed as a result decrease in number.

[0064] This is shown with reference to a numerical example. For example, by using the diffuser of the gestalt of a prism foil with which the aforementioned incident angle zones decrease in number at 90 degrees, the number of layers in case [ which, as for the number of the conventional layers with the reflective bandwidth which is required for covering a full-visible wavelength domain, and which becomes 50nm, does not form a prism foil ] there is nothing serves as  $[780\text{nm}-400\text{nm}+ (2 \times 90)] / 50 =$  abbreviation 11 to being about 15.

[0065] In the case of the VCF which has a cholesteric layer which has the reflexogenic-zone region where a pitch changes continuously and becomes 150nm as a result, instead of the layer of about five sheets, if the layer of  $[780\text{nm}-400\text{nm}+ (2 \times 90)] / 150 =$  about 4 number of sheets is used, it is enough. In the case of the VCF with the changing pitch, the lower limit and upper limit of pitch  $p$  are approaching mutually.

[0066] As for the beam lumped element 21, it is good to be made to prepare on a diffuser 17 soon, as it consists of a transparent material optically and it is shown in drawing 4. The front face which counters VCF 19 of this element 21 has the structure where periodic irradiation like for example, prism structure is made refracted.

[0067] b of drawing 3 shows the effect over the irradiation from the diffuser 17 of the element 21 which has 1-dimensional prism structure, for example only called a prism foil below as above structures. As compared with a of drawing 3, the above-mentioned irradiation is concentrated in this drawing to the beam in angle beta, and this angle is the parvus from the aforementioned angle alpha. As a result, the luminosity of the above-mentioned diffuser increases forward. This angle zone



beta can be changed by changing the tilt angle of a prism edge.

[0068] a and b of drawing 5 are illustrated with reference to the example with the structure which extends an operation of a prism foil in \*\* on the other hand. Since an incident angle is larger than a critical angle, the irradiation beam 23 which carries out incidence at right angles to the boundary between a diffuser 17 and the prism foil 21 receives total internal reflection in the pars marginalis 33 and 34 of the prism foil 21. On the other hand, the irradiation beams 27 and 29 which carry out incidence at an angle smaller than a critical angle are outputted to each above-mentioned pars marginalis 33 and 34 from the concerned prism through these pars marginalis 33 and 34. Thus, it guarantees that the prism foil 21 is outputted within the angle at which the aforementioned irradiation is surrounded by each prism edge with the normal of the concerned foil only in the angle within the limits of between 90 degree-theta1 and 90 degree-theta2. It is possible to decide the orientation of an irradiation beam by adjusting the angle surrounded by the pars marginalis 33 and 34 of the above-mentioned foil structure accompanied by the above-mentioned angle theta 1 and theta 2, i.e., the field of a diffuser 17. The irradiation beam 31 reflected by the prism foil 21 is returned to the reflector 15 of the source 13 of irradiation in back through a diffuser 17, and after reflecting here, it is again supplied to the concerned system.

[0069] a, b, c, and d of drawing 6 show the various examples of a prism foil. a of drawing 6 shows the prism foil which has a single board which has the symmetrical triangle structure where the front face facing the aforementioned VCF becomes  $\theta_1 = \theta_2$ . Moreover, b of drawing 6 shows the prism foil which has a single board which has the serrate structure where the front face facing the aforementioned VCF becomes  $\theta_1 \neq \theta_2$ . Thus, the aforementioned irradiation can be adjusted when it is not only concentrated on a beam at an angle of predetermined, but  $\theta_1$  and  $\theta_2$  change the shaft of the beam outputted from the concerned prism foil. Moreover, c of drawing 6 shows the prism foil which operates two-dimensional. Here, the above-mentioned irradiation is concentrated on a beam two-dimensional. This prism foil has two boards 20 and 22 with which the beam lumped element was prepared in each. The 1st board 20 has the 1st periodic structure which extends in the 1st orientation on the front face facing the aforementioned VCF, for example, the regular triangle structure which is shown in a of drawing 6. Moreover, it has the structure which is shown in the front face on which the 2nd board 22 also faces the aforementioned VCF at the 2nd periodic structure, for example, a of drawing 6. These two structures are mutually turned to the predetermined angle, for example, a right angle. The combination of the structure of a of drawing 6 and the structure shown in b of drawing 6 etc. is possible for two combination of the structure shown in b of drawing 6 according to the degree of concentration of the target irradiation, and \*\*. The beam lumped element which operates two-dimensional may have a board in which matrix \*\* of a lens has pyramid-like prism as other examples. The example of a prism foil which has the matrix of prism on prism \*\*\*\* which faces the aforementioned VCF is shown in d of drawing 6.

[0070] The moire effect which may generate single \*\* in the combination of a compound prism foil and LCD panel can be decreased by fitting the period of the structure of the above-mentioned foil to the period of the pixel of the aforementioned display panel.

[0071] Also in the equipment of drawing 3,  $\lambda/4$  plate 23 can be alternatively arranged behind aforementioned cholesteric VCF 19 like the equipment of drawing 1 so that it may be changed into the irradiation to which the linearly polarized light of the irradiation by which the circular polarization of light was carried out was carried out. The liquid-crystal-display panel present most often used operates by the irradiation by which the linearly polarized light was carried out. Since it depends for use of  $\lambda/4$  plate on the property of a display panel 3, in the drawing 1 and the drawing 4, this  $\lambda/4$  plate 23 is shown by the dashed line. Moreover, since circle-straight-line conversion must be realized by visible wavelength within the limits,  $\lambda/4$  plate of a wide band which is stated, for example to the U.S. patent of No. 5,029,986 is used.

[0072] It is the monolayer VCF in which the aforementioned cholesteric VCF has the optical active layer which forms a 3-dimensional plex structure, and when it constitutes a self-support type layer for this special robustness, diffuser 17 \*\* can attach the concerned VCF in other elements, such as  $\lambda/4$  plate 23. Thus, a very small lighting system can be obtained.

[0073] How to use very efficiently the irradiation which can use the source of irradiation in a lighting system was described about the advantage in the orientation of polarization, the propagation orientation of irradiation, and the display of the above systems etc. When this display is a direct-viewing-type electrochromatic display, a new combination with invention indicated by this invention mentioned above and the U.S. patent of No. 5,029,986 can raise irradiation luminous efficacy further. In this case, as far as it is related with a color, luminous efficacy also goes up.

[0074] Drawing 7 shows notionally the display with which the above-mentioned new combination was used. The lighting system 11 of this equipment has the source 13 of irradiation, the diffuser 17, the cholesteric polarizing filter 19, and the beam lumped element 21 prepared alternatively. The above-mentioned source of irradiation is the lamp of for example, a bending configuration, and this lamp is arranged in the electrode holder with the reflective wall 15. Moreover, the color-display panel 40 has the pixel of the masses divided into three groups shown with signs 41, 42, and 43, and each generates the picture image of a predetermined color, i.e., red, green, and blue. It is divided into three groups this color filter is also indicated to be with signs 51, 52, and 53 although the matrix 50 of the color filter doubled with each above-mentioned pixel is arranged ahead of the aforementioned panel 40. The above-mentioned VCF which penetrates only the light of a suitable color to the corresponding pixels 41, 42, and 43 is a dichroic mirror in this example. Such a mirror reflects the color component which is not related to the concerned pixel of the side beams by which incidence was carried out toward the aforementioned source of irradiation. The reflex nature wall of the aforementioned electrode holder returns the above-mentioned side beam in the concerned lighting system. If this side beam reaches the aforementioned matrix 50, this side beam will be equivalent to the

mirror different from having been reflected first. This side beam is because orientation is changing in the path. In this case, the 2nd color component of this side beam is penetrated to a corresponding pixel. It goes and comes back to the remaining component of the above-mentioned side beam between the source electrode holders of irradiation again, and it is passed to the pixel which corresponds with other color filters. Since all side beams go and come back to the concerned irradiation system several times in a way which was mentioned above, incidence of the great portion of irradiation of the source of irradiation is carried out to each pixel in the right color, and as far as this is related with a color, high luminous efficacy is also attained.

[0075] Drawing 7 shows  $\lambda/4$  plate 23 with the dashed line again. It is because it is dependent on whether that this forms \*\*  $\lambda/4$  plate operates by the irradiation to which the linearly polarized light of the LCD panel 40 was carried out, or \*\* operates by the irradiation by which the circular polarization of light was carried out.

[0076] The conventional polarizer 54 which guarantees sufficient contrast of the picture image which forms a part of conventional LCD panel, and was formed together with the analyzer 53 of the LCD panel 3 in back while the selectivity of aforementioned levo-rotatory cholesteric [ as opposed to / reach and / the dextro-rotatory irradiation by which the circular polarization of light was carried out ] VCF 19 was prepared in the pars anterior of the aforementioned LCD panel 3, when large enough is omissible.

[0077] Drawing 8 shows one example of picture image projection equipment. In this drawing, block A shows the lighting system by this invention, and this system outputs light-beam b whose main shaft corresponds with optical-axis OO' of the concerned picture image projection equipment. In projecting monochrome picture image, it carries out incidence of this light beam to display system B which has one display panel 3. This display panel is a liquid crystal panel which was enclosed among the transparent boards 61 and 63 of two sheets made from glass and which has the layer of the nematic type liquid crystal material 60, for example. On each above-mentioned board, the drive electrodes 65 and 67 are formed respectively. These electrodes can be divided into many lines and trains in order to specify many pixels to the concerned display panel. In this case, a different pixel is driven by driving the matrix electrode notionally shown in drawing with the drive terminals 69 and 68. In this way, the electric field are impressed among the ends of the aforementioned liquid crystal material 60 in a desired position. The light which the above electric fields change the effective refractive index of the above-mentioned liquid crystal material 60, therefore passes a pixel receives change of the polarization status or or depending on [ to which the local electric field exist in the position of the concerned pixel ] whether presence is recognized, or \*\* does not receive.

[0078] It can replace with the above-mentioned passive drive type display panel, and an active drive type panel can also be used. In the case of the panel of this latter, one support-plate field has an electrode and a semiconductor drive electronic circuitry is prepared in the support-plate field of another side. In this case, each pixel is driven by the active driver element of selves, such as TFT. the direct-drive type display panel of both the above-mentioned formats -- the [ for example, / European Patent application public presentation ] -- it is indicated by EP of No. 0266184

[0079] the beam which carries out incidence to the aforementioned display panel 3 -- polarization -- desirable -- the linearly polarized light -- it is carried out and if it is \*\*\*\*, there is nothing As for \*\*\*\*\*, the polarizer and a diffuser which was mentioned above of a multilayer format are formed in the aforementioned lighting system A for this purpose. Furthermore, an analyzer 53 is arranged by the path of the light penetrated by the above-mentioned display panel, and this analyzer passes the light from a pixel to which the polarization status of a beam is not changed to projection lens system C while it is driven, for example. In addition, the light from the pixel which is not driven to which the polarization status of a beam is changed is prevented by the above-mentioned analyzer 53. Thus, the above-mentioned analyzer changes the polarization modulation of a beam into intensity modulation. Projection lens system C projects the picture image formed on the aforementioned panel 3 on projection screen D. Thus, the projected picture image is looked at by the televiewer located in the space of the above-mentioned projection screen in back.

[0080] The above-mentioned display panel is irradiated by the light by which the linearly polarized light was carried out preferably, on the other hand, the element of this panel rotates the 90 degrees of the orientation of polarization, or \*\* does not make it rotate, as mentioned above. Theoretically, as for \*\*\*\*, it is possible to also make it operate with the light by which the elliptically polarized light was carried out instead of the light by which the linearly polarized light was carried out in the picture image projection equipment with a liquid-crystal-display panel. In this case, \*\*\*\*\* of the above-mentioned light to which the circular polarization of light of this display panel was carried out can change the ratio of the ellipse shaft of the light by which the elliptically polarized light was carried out. Such change is convertible for intensity modulation by using other polarization meanses.

[0081] When the above-mentioned picture image projection equipment is color picture projection equipment, the aforementioned display system B has the dichroic mirror of the masses which each makes carry out incidence of the aforementioned beam b to one to which it corresponds of these panels with red in three primary colors, green, and three display panels corresponding to one of the blue. Moreover, the beam with which other dichroic mirrors passed each above-mentioned panel is compounded with one beam, and this beam passes along the aforementioned projection lens system.

[0082] Moreover, it is also possible to use a single color-display panel in color picture projection equipment. In this case, an advantage which the matrix of the dichroic mirror arranged in front of a pixel is used as preferably explained with reference to drawing 7, therefore was described with reference to this drawing can be acquired also in this color picture projection equipment.

[0083] In the above, although the Twisted Nematic type \*\* explained this invention with reference to the display which has

liquid-crystal-display panels, such as a sault parts \*\*\*\*\* type, this invention is not limited to these. That is, SCD (Solid Ceramic Display) panel by which, as for the aforementioned display panel, polycrystal material PZLT (Lanthanum doped Lead Zirconate Titanate) is used, and \*\* may be the panels by which the super-birefringence effect is used.

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-324333

(43)公開日 平成6年(1994)11月25日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 3 0	7408-2K		
F 2 1 V 8/00	V			
G 0 2 B 5/02	B	9224-2K		
6/00	3 3 1	6920-2K		

審査請求 未請求 請求項の数13 F D (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平6-13997

(22)出願日 平成6年(1994)1月11日

(31)優先権主張番号 9 3 2 0 0 0 5 6 . 5

(32)優先日 1993年1月11日

(33)優先権主張国 オランダ (NL)

(71)出願人 592098322

フィリップス エレクトロニクス ネムロ  
ーゼ フェンノートシャップ

PHILIPS ELECTRONICS  
NEAMLOZE VENNOOTSH  
AP

オランダ国 5621 ベーアー アインドー  
フェン フルーネヴァウツウェッハ 1

(72)発明者 アドリアヌス ヨハネス ステファヌス  
マリア デ ファーン

オランダ国 5621 ベーアー アインドー  
フェン フルーネヴァウツウェッハ 1

(74)代理人 弁理士 沢田 雅男

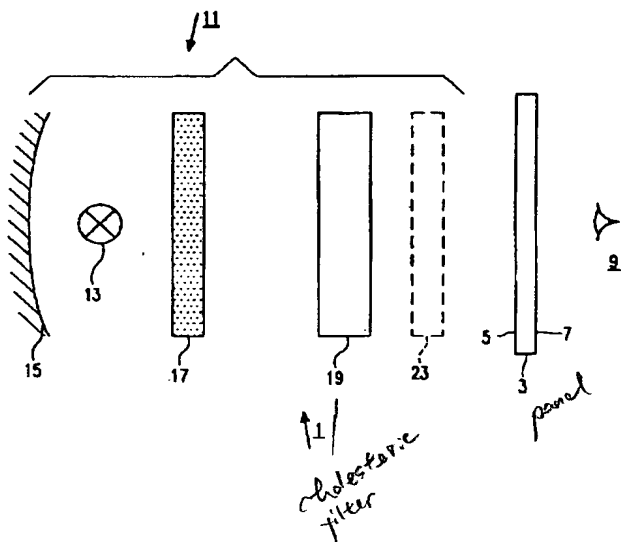
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 照明システム及びそのような照明システムを含む表示装置

(57)【要約】

【目的】 照射源からの最大量の照射を所望の方向の偏光性を持つ照射に変換することができる効率的な照明システム、及びそのような照明システムを持つ表示装置を提供する。

【構成】 本発明による表示装置(1)は、表示パネル(3)と、照射源(13)及び拡散器(17)を具備する照明システム(11)とを有している。高効率な偏光変換を行うため、照射源(13)と表示パネル(3)の間にはコレステリックフィルタ(19)が設けられ、このフィルタは少なくとも全可視波長範囲に等しい波長範囲内で所望の偏光状態を持つような照射を透過させる。更に、拡散器(17)の上記フィルタから遠い側には反射器(15)が設けられ、この反射器はフィルタ(19)により反射され拡散器(17)で偏光解消された照射を該フィルタに送り返す。



US 5,721,603

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の偏光状態を持つ照明ビームを供給する照明システムであって、照射源と拡散器とを順に有するような照明システムにおいて、

前記拡散器が偏光を解消する拡散器であり、少なくとも略全可視波長範囲内で動作するコレステリックフィルタが前記拡散器の前記照射源から遠い方の側に設けられ、

反射器が前記拡散器の前記フィルタから遠い方の側に設けられている、ことを特徴とする照明システム。

【請求項2】 請求項1に記載の照明システムにおいて、前記コレステリックフィルタの前記拡散器から遠い方の側に広帯域のλ/4板が配置されていることを特徴とする照明システム。

【請求項3】 請求項1又は請求項2に記載の照明システムにおいて、前記コレステリックフィルタが液晶材料の複数の層を有し、これら層の各々が異なる波長帯域で動作し、これら波長帯域が共同で少なくとも可視波長範囲をカバーすることを特徴とする照明システム。

【請求項4】 請求項1又は請求項2に記載の照明システムにおいて、前記コレステリックフィルタが液晶ポリマ材料の単一の層を有し、該層においては分子螺旋のピッチが、少なくとも全可視波長範囲をカバーするのに必要な反射帯域の下限及び上限に各々対応する2つの値の間で連続的に変化していることを特徴とする照明システム。

【請求項5】 請求項3に記載の照明システムにおいて、前記コレステリックフィルタの各層のうちの少なくとも複数の層は分子螺旋のピッチが変化するような液晶ポリマを有し、これら層が各々異なる波長帯域で動作することを特徴とする照明システム。

【請求項6】 請求項4に記載の照明システムにおいて、前記コレステリックフィルタの前記ポリマ材料が3次元網構造を形成すると共に当該システムにおける他の素子に取り付けるに適した自己支持型の膜を形成することを特徴とする照明システム。

【請求項7】 請求項1ないし請求項5の何れか一項に記載の照明システムにおいて、前記拡散器と前記コレステリックフィルタとの間に光学的に透明な素子が設けられ、該素子の前記フィルタに面する一方の側は少なくとも一方向に延びる周期的且つ照射を屈折させるような構造を有し、該構造が前記拡散器からの照射を所定の角度で集中させることを特徴とする照明システム。

【請求項8】 請求項7に記載の照明システムにおいて、前記素子は前記フィルタに対向する面が当該板体の面内で第1の方向に延在する第1の周期的構造を有するような第1の板体と、前記フィルタに対向する面が当該板体の面内で前記第1の方向とある角をなす第2の方向に延在する第2の周期的構造を有するような第2の板体とを具備していることを特徴とする照明システム。

2

【請求項9】 請求項7に記載の照明システムにおいて、前記素子は単一の板体を有し、該板体の前記フィルタに対向する面が2次元的な照射屈折構造を有していることを特徴とする照明システム。

【請求項10】 請求項7、請求項8又は請求項9に記載の照明システムにおいて、前記照射屈折構造は第1の表面領域と、これと交互となる第2の表面領域とを有し、当該素子の法線に対して前記第1の領域が第1の角度を内包する一方、前記第2の領域が第2の角度を内包することを特徴とする照明システム。

【請求項11】 照明システムと、投影すべき画像を発生する少なくとも1個の透過型表示パネルを有する表示装置と、前記発生された画像を投影スクリーン上に投影する投影レンズ系とを具備する画像投影装置において、前記照明システムが請求項1、2、3、4、5又は10に記載のシステムである、ことを特徴とする画像投影装置。

【請求項12】 照明システムと、透過型の表示パネルとを有するフラットパネル型表示装置において、前記照明システムが請求項1ないし請求項10の何れか一項に記載のシステムである、ことを特徴とするフラットパネル型表示装置。

【請求項13】 請求項12に記載のフラットパネル型表示装置において、前記表示パネルの各ピクセルに対応するダイクロイック・ミラーのパターンがこれらピクセルの前側近傍に配置され、これらミラーの各々は、対応するピクセルに該当する波長帯域の照射を透過させる一方該波長帯域外の照射は略完全に反射することを特徴とするフラットパネル型表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、所定の偏光状態を持つ照明ビームを供給する照明システムであって、照射源と拡散器とを順に有するような照明システムに関する。また、本発明は上記のような照明システムを含む表示装置にも関する。

## 【0002】

【従来の技術】 このような表示装置は2つの形式に、即ち画像投影装置とフラットパネル表示装置とに、分類することができる。画像投影装置は、例えば液晶パネルのような表示パネルにより発生された画像が投影レンズ系により比較的大きな距離離れると共に拡大された形でスクリーン上に結像されるような装置である。フラットパネル表示装置においても、画像は表示パネルにより発生される。この装置の上記表示パネルを横切る方向の寸法は比較的小さい、即ち画像投影装置の寸法よりも非常に小さい。フラットパネル表示装置においては、視聴者は表示パネルを直接観るので、この装置は直視装置とも呼ばれる。このような装置の場合は、上記表示パネルを照明する照明システムの寸法が該パネルを横切る方向にお

3

いて小さいのが望ましい。

【0003】上記表示装置は、例えばビデオ表示装置、コンピュータシステムのモニタ又は操作パネルの表示装置等である。

【0004】フラットパネル表示装置に用いて好適な本明細書の冒頭で述べたような形式の照明システムは米国特許第4,737,896号から既知である。

【0005】上記米国特許に記載された照明システムは、透過型表示パネルの直後に配置されると共に、照射散乱出力面を持つ照射案内部材上に入射する照射の照射源を有し、該部材は上記照射を液晶表示パネル（以下、LCDパネルと呼ぶ）に向かって散乱させる。

【0006】LCDパネルを有する表示装置においては、光源効率、即ち照射源により供給された照射のうち表示側で視聴者が見ることができる割合、はLCDパネルの低透過性のため比較的低い。その理由は、半透明なピクセルは表示パネル面の一部のみをカバーするに過ぎないからである。上記面の他の部分は、これらピクセルの駆動素子により占められている。LCDパネルは、各ピクセルによる当該素子の液晶材料に入射する光の偏光状態の変化に基づいて動作する。したがって、表示パネルは所定の偏光方向を持つ直線偏光された光、又は左旋性若しくは右旋性の円偏光された光のような所定の偏光状態を持つ照射光により照射されねばならない。したがって、既知の表示装置には偏光手段が設けられ、該偏光手段が照射源からの偏光されていない光を所望の偏光状態を持つ光に変換している。しかしながら、この変換には上記光の約半分の損失を伴う。

【0007】従来の直視型表示装置に使用される偏光手段は、望ましくない偏光状態を持つ光を吸収する。したがって、この装置には視聴者に充分な量の光が得られるように、高輝度照射源が使用されねばならない。しかしながら、このような照射源は比較的大きな寸法を有し且つ大量のエネルギーを使用するので、好ましくは主電源から別れて使用することができる小型の表示装置にはあまり適してはいない。また、上記偏光手段に入射する光は高輝度であるので、この偏光手段はかなりの程度にまで加熱される。これらの偏光子は当該装置内の上記LCDパネルの近傍に配置されるので、冷却システムを組み込む必要があるが、このようなシステムは装置を複雑且つ高価にしてしまう。

【0008】

【発明の目的及び概要】従って、本発明の目的は照射源からの最大量の照射を所望の方向の偏光性を持つ照射に変換することができる効率的な照明システムを提供することにある。

【0009】上記目的を達成するため、本発明による照明システムは、前記拡散器が偏光を解消する拡散器であり、少なくとも略全可視波長範囲内で動作するコレステリックフィルタが前記拡散器の前記照射源から遠い方の

4

側に設けられ、前記拡散器の前記フィルタから遠い方の側に反射器が設けられることを特徴としている。

【0010】上記において、偏光の解消とは、ある偏光状態を持つ照射を偏光されていない照射、即ち異なる偏光成分を持つ照射、に少なくとも部分的に変換することを意味すると理解されたい。

【0011】コレステリックフィルタは、コレステリック規則性を持つ液晶ポリマ材料の光学層を有する。このことは、溶液状態の上記材料の分子が自発的に配列されてピッチ $p$ を持つ螺旋構造を形成することを意味している。上記溶液が2枚の平行な基板の間に薄い光学的に能動な層として設けられると、前記螺旋構造は該螺旋の軸が上記層を横切るように配向される。この螺旋の配向は上記各基板の対向面上に配向層を設けることにより改善することができる。

【0012】偏光されていない照射ビームが上記のようなフィルタに入射すると、前記分子螺旋の方向に相当する回転方向（左旋性又は右旋性）を持ち且つ上記螺旋のピッチ $p$ に対応する波長を持つ円偏光された照射成分は反射され、一方反対の回転方向及び上記フィルタに適合しない波長を持つ円偏光成分は透過される。このコレステリックフィルタの反射波長 $\lambda_0$ は、

$$\lambda_0 = 1/2 (n_o + n_e) p$$

で規定され、ここで $n_o$ 及び $n_e$ は、各々、当該フィルタの材料の通常及び異常屈折率であり、 $p$ は前記分子螺旋のピッチである。

【0013】かくして、好ましくない偏光方向を持つ光は、このコレステリックフィルタによってはもはや吸収されることはなく、むしろ反射される。この光は次いで反射器により当該コレステリックフィルタに伝達されるが、拡散器により偏光解消されるので、上記反射光の一部は再び所望の偏光方向を持つことになり、従って当該フィルタにより前記表示パネルへと透過される。上記反射光の残りは該フィルタにより、次いで反射器により反射されるので、拡散器を用いているおかげで、この反射光の一部は当該コレステリックフィルタに正しい偏光状態で入射することになり、従って前記LCDパネルへと透過される。このように、このコレステリックフィルタが動作する波長帯域の光の例えば80%を、所望の偏光状態にすることができる。更に、上記コレステリックフィルタは可視波長範囲にわたって動作するから、望ましくない偏光状態を持つ成分は、この波長範囲内の全照射に関して当該フィルタにより反射器方向に反射され且つ再び該フィルタに伝達されることになり、従って上記の80%なる効率は今全可視波長範囲に対して当てはまる。このようなコレステリックフィルタにより透過される光は白黒の表示パネル及びカラーの表示パネルの両方を照明するのに適している。

【0014】コレステリックフィルタ及び偏光解消拡散器を照射源及び反射器と組み合わせることにより、所望

10

20

30

40

50

5

の偏光状態を持つ白色光を供給すると共に光源効率が照射源により略決まるような特別な照明システムが得られる。照射源として効率的なランプを使用すると、比較的低消費の電力で所望の光出力を得ることができる。当該照明システムは主として直視型表示装置用を目的とするものであるが、本照明システムは画像投影装置及び所定の偏光状態を持つ光を使用しなければならないような光学装置等においても効果的に使用することができる。

【0015】ここで、コレステリックフィルタを偏光子として使用すること自体は既知であることに注意されたい。コレステリックフィルタは、例えば1990年のSID国際シンポジウムにおけるDigest of Technical Papersの第110～113頁に掲載されたR. Maurer他による「コレステリックLCシリコンからなる偏光カラーフィルタ」なる文献から既知である。この文献に記載されているコレステリックフィルタはシリコンを基剤とするコレステリック規則性を持つポリマ材料を含む光学的能動層を有している。Maurerによる上記文献は偏光変換効率を向上させるために上記コレステリックフィルタを偏光解消拡散器及び反射器と組み合わせるようなことは全く提案していない。

【0016】また、Japanese Journal of Applied Physics第29巻、第10号、1990年10月の第1974～1984頁に掲載されたM. Schadt及びJ. Funfschillingによる「新液晶偏光カラー投影原理」なる文献からは、LCDパネル用の照明システムにおけるコレステリックフィルタを、該フィルタにより反射されたビームの偏光状態を反転すると共に次いでこのビームを再び該フィルタに伝送するような正反射器と組み合わせることは既知である。このようにして、フィルタに対して元々適していなかった偏光状態の光もLCDパネルに伝達される。しかしながら、上記のような正反射器の欠点は、該反射器がコレステリックフィルタにより反射された照射をランプの形態の照射源に集中させてしまう点にある。このランプはそれ自身の照射を吸収する効果を有するから、該ランプの形状が表示装置により最終的に形成される画像中に残存し、視聴者にとって邪魔となる。

【0017】更に、もし上記コレステリックフィルタの左旋性及び右旋性円偏光照射に対する選択性が十分に高い場合は、LCDパネルの前方に配置されて従来のLCDパネルの一部を形成すると共に、当該LCDパネルの背後に配置される検光子と一緒に形成画像の十分なコントラストを保証するような偏光子は省略することが可能となる。

【0018】最近の表示装置においては、所定のピクセルの駆動に応じて、所定の第1の偏光方向を持つ直線偏光された照射を上記第1の偏光方向と垂直な第2の偏光方向を持つ直線偏光された照射に変換するようなLCDパネルが好ましくは使用されている。上記のような表示装置に非常に適した照明システムは、コレステリックフ

6

イルタの拡散器から遠い方の側に広帯域の $\lambda/4$ 板が設けられることを特徴としている。

【0019】上記 $\lambda/4$ 板は前記フィルタから出力される円偏光された照射をLCDパネルに適した偏光方向を持つ直線偏光された照射に変換する。広帯域 $\lambda/4$ 板は、例えば複数の層からなると共に、可視波長範囲の全波長( $\lambda$ )におけるビームにおいて円偏光された照射が直線偏光された照射に変換されるような位相ずれを実現するような透明な素子である。このような $\lambda/4$ 板は、例えば、米国、マサチューセッツ、ボストン、1992年5月17～22日のSociety for Information DisplayのSID'92 Exhibit GuideにNitro Denkoにより掲載された「Retardation Film for STN-LCD's 'NRF'」なる文献に記載されている。

【0020】本発明による照明システムの第1の実施例は、前記コレステリックフィルタが液晶ポリマ材料の複数の層を有し、これら層の各々が異なる波長帯域で動作し、これら波長帯域が共同で少なくとも可視波長範囲をカバーすることを特徴としている。

【0021】また、本発明による照明システムの好ましい実施例は、前記コレステリックフィルタが液晶材料の単一の層を有し、該層においては分子螺旋のピッチが、少なくとも全可視波長範囲をカバーするのに必要な反射帯域の下限及び上限に各々対応する2つの値の間で連続的に変化していることを特徴としている。

【0022】上記実施例は、コレステリック規則性を持つ液晶ポリマ材料の分子螺旋のピッチは連続的に変化させることができるという洞察に基づくと共に、出願人が層中に十分に大きなピッチの変化を持つ単層コレステリックフィルタを実現することに成功し、かくして各々が異なる波長反射帯域を持つ液晶材料により形成される複数の層を積み重ねる必要がもはやなくなったという事実を利用している。本発明による連続的に変化するピッチを有するコレステリックフィルタにおいては、前記ポリマ層は、各々が自身のピッチを有すると共にその結果として自身の波長帯域においてLCDパネルにとって好ましくない偏光状態の照射を反射するような仮想的な副層に分割される。組み合わせられたこのような全ての副層が所望の波長範囲において所望の反射を実現するので、単一の層で全可視波長範囲(400nmと780nmの間)をカバーするに十分である。単一の層内におけるピッチの連続した変化により、別個の層を上記と同一の波長帯域における所望の反射を実現するために積み重ねる場合に必要とされる合計厚さよりも薄い層厚を用いれば十分である。

【0023】上記の利点は当該フィルタの光学品質がより良好となる点にある。事実、上記のようなフィルタの品質は、コレステリクスに典型的な誤差と分子配列の損失とにより層の数が増加するにつれて比較的急激に低下する。50nmなる反射帯域を持つコレステリック層

7

は偏光効果を有するから、当該層は $5\mu\text{m}$ なる最小厚さを持たねばならない。従って、可視波長範囲を完全にカバーするためには、視野依存性による必要な反射帯域幅の増加を考慮に入れない場合、最小で7枚から8枚の層が必要である。これによれば、最小の層厚は $35\mu\text{m}$ となる。層厚にわたってピッチが連続して変化する単層コレステリックフィルタの場合は、偏光子として動作するには層厚は $20\mu\text{m}$ で十分である。一方、視野依存性は厚さの増加につれて大きくなる。このことは、フィルタの有効性は所定の入射角より大きな角度で入射する照射に対しては層厚が大きくなると大幅に低下することを意味している。

【0024】上記に関する本発明のアイデアは、単一の層内で螺旋ピッチの十分に大きな変化を実現するには適していないようなコレステリック材料が用いられる場合でも利用することができる。

【0025】上記のような場合に当てはまる本発明による照明システムの実施例は、前記コレステリックフィルタの少なくとも複数の層が分子螺旋のピッチが連続して変化するような液晶ポリマを有し、これら層が各々異なる波長帯域で動作することを特徴としている。

【0026】フィルタの各層又は複数の層においてピッチを変化させることにより、当該層の波長範囲が増加する。結果として、全可視波長範囲をカバーするに要する層の数は非常に限られたものとなるから、この場合にも前述した小数のフィルタ層の場合の利点が得られる。

【0027】本発明による照明システムの更に他の実施例は、前記コレステリックフィルタのポリマ材料が3次元網構造を形成すると共に当該システムにおける他の素子に取り付けるに適した自己支持型の膜を形成することを特徴としている。

【0028】3次元網構造を形成する光学的能動層は非常に頑丈であり、結果として自己支持型の層として使用することができる。

【0029】上記の場合、製造に際してコレステリックフィルタの光学的能動層の配向及び重合のために必要とされた基板は、これら工程が実施された後取り除くことができ、これにより当該照明システムを小型にすることができる。

【0030】コレステリックフィルタの有効性は入射照射の波長のみならず該照射が当該フィルタに入射する入射角度にも依存するから、当該照明システムに設けられて好ましくない偏光状態を持つ照射の偏光解消を保証すると共に直視型表示装置においては特に全表示パネルが照明されることを保証するような拡散器は、コレステリックフィルタに関する限り、照射がコレステリックフィルタに向かって大きな角度で散乱されてしまうという欠点を持つ可能性がある。入射角度が変化される場合は、フィルタが偏光に応じて選択的に反射を行う波長帯域はずれる。このことは、当該フィルタが反射的であるべき

8

波長帯域は、例えば $400\text{nm}$ と $780\text{nm}$ との間の可視波長範囲である実際の波長帯域と、 $90^\circ$ とは異なる入射角度で入射する照射に対しても偏光選択的であるようにするための仮想の波長帯域との和に等しい。入射角の変化の関数としての波長帯域のずれは例えば1度当たり $2\text{nm}$ であるから、入射角の範囲が $180^\circ$ であるような極端な場合、上記仮想波長帯域は $360\text{nm}$ となる。従って、全反射帯域は $380\text{nm}+360\text{nm}=740\text{nm}$ でなければならない。

【0031】本発明による他の実施例であって、コレステリックフィルタに課される要件を緩和することができ且つ例えばLCDパネルを照明するに一層適したものとすることができる照明システムは、前記拡散器と前記コレステリックフィルタとの間に光学的に透明な素子が設けられ、該素子の前記フィルタに面する一方の側は少なくとも一方向に延びる周期的且つ照射を屈折させるような構造を有し、該構造が前記拡散器からの照射を所定の角度で集中させることを特徴としている。

【0032】上記ビーム集中素子は照射がコレステリックフィルタに入射する入射角の区域を減少させるので、前述した仮想帯域は、従って当該フィルタの所要反射帯域は減少される。結果として、単層フィルタはさほど大きな螺旋ピッチの変化を必要とせず、多層フィルタも多数の層は必要としない。

【0033】表示装置の構成に応じて、前記周期構造は1次元的なものであっても又は2次元的なものであってもよい。

【0034】LCDパネルを持つ表示装置においては、最大のコントラストを得るようにパネルは可能な限り所定の角度で照射するのが望ましい。前記ビーム集中素子を調整することにより、照射が当該素子から出力される平均角度を調整することができ、これにより上記要件の実現に貢献することができる。

【0035】前記ビーム集中素子の周期構造は種々の方法で実現することができる。

【0036】上記の第1の可能性が適用される本発明による照明システムの実施例は、前記素子が、前記フィルタに対向する面が当該板体の面内で第1の方向に延在する第1の周期的構造を有するような第1の板体と、前記フィルタに対向する面が当該板体の面内で前記第1の方向とある角をなす第2の方向に延在する第2の周期的構造を有するような第2の板体とを具備していることを特徴としている。

【0037】また、本発明による照明システムの他の実施例は、前記素子が単一の板体を有し、該板体の前記フィルタに対向する面が2次元的な照射屈折構造を有していることを特徴としている。

【0038】上記周期的構造の素子は更に種々の形態で実現することができる。例えば、本発明による照明システムの更に他の実施例は、前記照射屈折構造が第1の表



面領域と、これと交互となる第2の表面領域とを有し、当該素子の法線に対して前記第1の領域が第1の角度を内包する一方、前記第2の領域が第2の角度を内包することを特徴としている。

【0039】前記周期的構造の素子は例えば全内反射で動作するような小さなレンズ又はプリズムであってもよく、プリズム角及び／又はプリズム材料の屈折率を適切に選択することにより最適化することができる。

【0040】ここで、照明システムにおいてプリズム付き板体を照射を所定の空間角度で集中させるために使用すること自体は特許出願公開第2-257188号から既知であることに注意されたい。しかしながら、この文献はコレステリックフィルタとの組み合わせ及びこのような組み合わせにおけるプリズム板の利点については何等言及していない。

【0041】また、本発明は照明システムと、投影すべき画像を発生する少なくとも1個の透過型表示パネルを有する表示装置と、発生された画像を投影スクリーン上に投影する投影レンズ系とを具備する画像投影装置にも関する。そして、本発明によるこのような装置は上記照明システムが前述したような照明システムであることを特徴としている。

【0042】更に、本発明は照明システムと透過型の表示パネルとを有するフラットパネル型表示装置にも関し、本発明によるこの装置は該照明システムが前述したような照明システムであることを特徴としている。

【0043】カラー表示パネルを備える上記のような表示装置の光源効率、前記表示パネルの各ピクセルに対応するダイクロイック・ミラーのパターンがこれらピクセルの前側近傍に配置され、これらミラーの各々は、対応するピクセルに該当する波長帯域の照射を透過させる一方該波長帯域外の照射は略完全に反射することを特徴とすることにより一層向上される。

【0044】米国特許第5,029,986号は、組み込まれたダイクロイックミラーのマトリクスを持つカラー表示パネルを開示し、且つ、このようなミラーマトリクスを反射器と組み合わせることにより如何に光源効率が改善されるかを述べている。上記のようなパネルを前述したような形式の照明システムと組み合わせることにより、非常に効率的なカラー表示装置が得られる。

【0045】

【実施例】図1に概念的に示す直視型表示装置1は、照明側5と視聴者9に向けられた表示側7とを持つ透過型表示パネル3を有している。この表示装置1は、更に、本発明による照明システム11を有している。この照明システム11は、照射源13と、この照射源の背後に配置された反射器15とを有している。照射源13からの照射を表示パネル3に向かって散乱させる拡散器17が照射源13と表示パネル3との間に配置されて、該パネルを一様に照明する。

【0046】上記表示パネル3は例えば液晶表示パネル(LCDパネル)で、この表示パネルは2つのガラス基板により形成されると共に、これら基板間に配向された液晶層が設けられている。上記のような表示パネルは、該パネルを通過する光の偏光状態の変化又は非変化に基づいて動作するもので、所定の偏光状態を持つ光により照射されねばならない。前記照射源13により放出される照射は偏光されていないから、該照射は先ず上記パネル3に適した偏光状態に変換されねばならない。

10 【0047】本発明による上記照明システム11における偏光状態の変換は、全可視波長範囲内で作用する新規なコレステリックフィルタ19により非常に効率的に実現される。このフィルタ19は、上記波長範囲に対するその透過光偏光が表示パネル13に適した偏光に相当するように設計される。上記コレステリックフィルタ19は拡散器17と表示パネル3との間に配置される。前記照射源13からの偏光されていない照射は拡散器17を介してコレステリックフィルタ19に入射する。

20 【0048】既知の表示装置に使用されているコレステリックフィルタは、例えば50nm程度の限られた波長帯域内のみで動作するが、この帯域は例えば380nmもの可視波長範囲よりも非常に狭い。既知のフィルタの反射帯域外の波長の照射は偏光されない形で透過されるが、このことは該フィルタが限られた波長範囲に対してのみ偏光子として動作するというを意味する。このような理由により、既知のフィルタはカラーフィルタとしては非常に適しているものの、画像投影装置又はフラットパネル表示装置等の装置における上述したような応用の偏光フィルタとして使用するには反射帯域幅が十分に広くはない。

30 【0049】反射帯域 $\Delta\lambda$ の幅は $\Delta\lambda = \lambda_0 \Delta n / n_0$ により規定され、ここで $\Delta n = n_0 - n_0$ は複屈折であり、 $n_0$ 及び $n_0$ は各々異常及び通常屈折率であり、 $n_0 = (n_0 + n_0) / 2$ は平均屈折率である。また、 $\lambda_0$ は照射が垂直に入射する場合の選択的反射帯域の中心波長であって $\lambda_0 = n_0 p = (n_0 + n_0) p / 2$ により規定され、ここでpは上記フィルタの分子螺旋のピッチである。可視波長範囲においては、反射帯域の幅はコレステリック材料の複屈折 $\Delta n$ により主に決まり、この複屈折は僅かな程度にしか変化することができない。一般に、 $\Delta n$ は0.3よりも小さいから、帯域幅は100nmよりも狭く、通常約50nmである。

40 【0050】表示装置に好適なコレステリックフィルタ、即ち全可視波長範囲で動作するコレステリックフィルタを得るために、各々が異なる反射帯域を持つ複数の狭帯域コレステリック層を積み重ねることができる。この場合、このような複合フィルタは別々の層の反射帯域幅の和に等しい総合反射帯域幅を有し、この帯域幅は全可視波長範囲において光を偏光するのに十分なほど広い。

## 11

【0051】しかしながら、本発明によれば原則的に単一の層からなり、且つ分子螺旋のピッチ $p$ が該層厚にわたって下限と上限との間で変化することにより結果としての反射帯域幅が全可視波長範囲内で動作するに必要な帯域幅に相当するようなコレステリックフィルタが使用される。

【0052】積み重ねたフィルタに対して、この単層フィルタの利点は、その光学品質が非常に良いということにある。何故なら、層を重ねるとコレステリックス(cholesterics)の誤差の存在及び平らな分子規則性による損失が原因して層の数の増加につれて光学品質が低下するからである。更に、層の厚さ、従って層の数の増加に伴って視角依存性が増加する。このことは、所定の値より大きな入射角で入射する照射に関しては、フィルタの有効性は層厚の増加に伴って大幅に減少することを意味する。

【0053】全可視波長範囲に対しては、 $780\text{ nm} - 400\text{ nm} = 380\text{ nm}$ なる反射帯域幅が必要とされる。コレステリックフィルタの有効性は偏光されるべき照射が入射する入射角によっても決まる。フィルタの反射帯域は、例えば1度当たり $2\text{ nm}$ のように入射角の関数としてずれる。このことは、入射角の変化により、可視波長範囲に対して必要とされる反射帯域は仮想波長帯域により補足しなければならないことを意味する。入射角の最大範囲、即ち $180^\circ$ に対しては、全反射帯域は $380\text{ nm} + 180 \times 2\text{ nm} = 740\text{ nm}$ でなければならない。可視波長範囲においては既知のコレステリック層に対する反射帯域の幅は平均して $50\text{ nm}$ であるから、従来の積み重ねフィルタは約15の層を有さねばならない。

【0054】ピッチ $p$ が層の厚みにわたって連続的に変化するような単一の層からなるコレステリックフィルタは以下のようにして作成することができる。まず、反応性モノマの混合物が作成される。この混合物は異なる重量%のカイラル(chiral)成分とネマトジェニアス(nematogeneous)成分とを有し、これら成分は例えば2及び1のように各々異なる数の反応性基を有するので上記の2つのモノマは異なる反応性を持つ。次いで、この混合物には安定化剤及び一定量の染料が加えられる。このようにして作成された混合物は、次いで、各々が例えばポリイミドの層を持つような2つの透明な基板の間に配される。これらの各層は上記コレステリック混合物中に自然に生成される分子螺旋を配向するために使用される。不連続性(disclinations)の形成を防止するために、上記の2つの基板は平らな規則性が得られるまで短い距離にわたってせん断される。次いで、上記反応性混合物は周囲温度において紫外線照射により光重合されるので、3次元網構造が形成される。このようにして形成された光学的能動層の強度により、該光学層を前記基板から外して自己支持型のコレステリックフィルタとして

## 12

使用することが可能である。例えば全可視波長範囲に相当する反射帯域幅のような所望の反射帯域幅は、染料の量並びに紫外線光の波長及び出力を変化させることにより得ることができる。

【0055】図2の曲線aは層の厚みにわたってピッチ $p$ が一定であるようなコレステリックフィルタの反射スペクトルを示している。このフィルタは染料を加えないで得た。このフィルタの反射帯域幅は約 $45\text{ nm}$ に過ぎなかった。

10 【0056】一方、図2の曲線bは重合の際に染料が存在したコレステリックフィルタの反射スペクトルを示している。このフィルタの反射帯域幅は約 $230\text{ nm}$ である。

【0057】上記のような単層コレステリックフィルタであって層厚にわたって連続して変化するピッチ $p$ を有するようなフィルタの製造方法自体は本発明の要旨ではないが、このようなフィルタの製造方法は出願人により本特許出願と同日になされる出願(整理番号: PHN 14629)に詳細に記されている。

20 【0058】フィルタの光学品質が大幅に優れており且つ視角依存性が多数の狭帯域コレステリック層からなるコレステリックフィルタにおけるよりも顕著でない実施例は、少なくとも幾つかの層が層厚にわたって連続的に変化するような分子螺旋のピッチ $p$ を持つような複数の層からなるコレステリックフィルタである。

【0059】ピッチ $p$ が層厚にわたって変化するような層は前述した単層のフィルタの場合と同様の方法で製造することができる。

30 【0060】本発明が提案するように、コレステリック層の帯域幅が例えば $150\text{ nm}$ 程度に増加されたとすれば、可視波長範囲に対して必要とされる層の数は15から5へと減少させることができる。

40 【0061】コレステリックフィルタの前述した特性により、分子螺旋の方向に対応する方向に円偏光された照射は照射源13の方向に反射され、一方反対に円偏光された照射はフィルタ19により透過される。上記の反射された照射はその後再び拡散器17に到達し、この分散器において偏光解消される。この偏光解消された照射は次いで反射器15に入射し、この反射器上ではフィルタ19の方向への反射がなされる。再びフィルタに到達する偏光されていない照射の一部は透過に適した円偏光状態を有する。残りの部分は再び上述した照射通路を往復し、その都度照射の一部が透過する。反射損失は別として、略全部の偏光されていない照射が上記のようにして表示パネル3に適した円偏光された照射に変換される。

50 【0062】照射源13からの光は、図3のaに示すように、拡散器17により略 $180^\circ$ の角度区域にわたり散乱される。コレステリックフィルタの有効性は入射する照射の波長のみならず該照射の入射角によっても決まるが、上記のような拡散器は照射をフィルタに向けて大

## 13

きな入射角で散乱する。結果として、所定の波長範囲をカバーするに要するフィルタの反射帯域は、仮想波長帯域により増加して大きな入射角に対しても同様に有効となるようにしなければならない。入射角の関数としての反射帯域のずれは、例えば1度当たり2nmである。結果として、180°の角度区域に対しては反射帯域は180×2nm=360nmだけ増加されねばならない。

【0063】図4に示すようにビーム集中素子21を拡散器17とコレステリックフィルタ19との間に設けることにより、入射角の区域が大幅に減少し、この結果当該コレステリックフィルタの必要とされる全反射帯域が減少される。

【0064】これを数値例を参照して示す。例えば前記入射角区域が90°に減少されるようなプリズム箔の形態の拡散器を使用することにより、全可視波長範囲をカバーするに要する50nmなる反射帯域幅を持つ従来の層の数は、プリズム箔を設けない場合の層の数は約15であるのに対して、 $[780\text{nm}-400\text{nm}+(2\times90)]/50=\text{約}11$ となる。

【0065】ピッチが連続的に変化し結果として150nmなる反射帯域を持つようなコレステリック層を有するフィルタの場合は、約5枚の層の代わりに、 $[780\text{nm}-400\text{nm}+(2\times90)]/150=\text{約}4$ なる枚数の層を使用すれば充分である。変化するピッチを持つフィルタの場合、ピッチpの下限値と上限値とは互いに接近している。

【0066】ビーム集中素子21は光学的に透明な材料からなり、図4に示すように例えば拡散器17上に直に設けるようにするとよい。この素子21のフィルタ19に対向する表面は、例えばプリズム構造のような周期的な照射を屈折させるような構造を有している。

【0067】図3のbは、上記のような構造として以下単にプリズム箔と称する例えば1次元プリズム構造を持つ素子21の拡散器17からの照射に対する効果を示している。この図を図3のaと比較すると、上記照射は角度 $\beta$ 内のビームへと集中され、この角度は前記角度 $\alpha$ より小さい。結果として、上記拡散器の明るさは前方向に増加する。この角度区域 $\beta$ はプリズム縁の傾斜角を変化させることにより変化させることができる。

【0068】図5のa及びbは、プリズム箔の動作を一方方向に延在する構造を持つ例を参照して図示している。拡散器17とプリズム箔21との間の境界に垂直に入射する照射ビーム23は、入射角が臨界角より大きいので、プリズム箔21の縁部33及び34において全内反射をうける。他方、上記各縁部33及び34に臨界角より小さな角度で入射する照射ビーム27、29は、これら縁部33及び34を介して当該プリズムから出力される。このように、プリズム箔21は前記照射が90°- $\theta_1$ と90°- $\theta_2$ との間の範囲内の角度のみにいて、即ち当該箔の法線を伴い各プリズム縁により囲まれる角

## 14

度内で、出力されることを保証する。上記角度 $\theta_1$ 及び $\theta_2$ を、即ち拡散器17の面を伴う上記箔構造の縁部33、34により囲まれる角度を、調整することにより、照射ビームの方向を決めることが可能である。プリズム箔21により反射された照射ビーム31は、拡散器17を介して照射源13の背後の反射器15に戻され、ここで反射された後再び当該システムに供給される。

【0069】図6のa、b、c及びdはプリズム箔の種々の実施例を示している。図6のaは前記フィルタに面する表面が $\theta_1=\theta_2$ なる対称三角形構造を持つような単一板体を有するプリズム箔を示している。また、図6のbは前記フィルタに面する表面が $\theta_1\neq\theta_2$ なる鋸歯状構造を持つような単一板体を有するプリズム箔を示している。このようにして、前記照射は所定の角度でビームに集中するされるのみならず、当該プリズム箔から出力されるビームの軸を $\theta_1$ 及び $\theta_2$ を変化させることにより調整することができる。また、図6のcは2次元的に動作するプリズム箔を示している。ここでは、上記照射はビームに2次元的に集中される。このプリズム箔は、各々にビーム集中素子が設けられた2つの板体20、22を有している。第1の板体20は前記フィルタに面する表面に第1の方向に延在する第1の周期的構造、例えば図6のaに示されるような規則的な三角形構造、を有している。また、第2の板体22も前記フィルタに面する表面に第2の周期的構造、例えば図6のaに示されるような構造、を有している。これら2つの構造は互いに所定の角度、例えば直角、に向けられている。目的とする照射の集中度に応じて、図6のbに示す構造の2つの組み合わせ、又は図6のaの構造と図6のbに示す構造との組み合わせ等が可能である。2次元的に動作するビーム集中素子は、他の例として、レンズのマトリクス又はピラミッド状プリズムを持つような板体を有してもよい。前記フィルタに面するプリズム箔面上にプリズムのマトリクスを有するようなプリズム箔の実施例が図6のdに示されている。

【0070】単一又は複合プリズム箔とLCDパネルとの組み合わせで発生し得るモアレ効果は、上記箔の構造の周期を前記表示パネルのピクセルの周期に適合させることにより低減することが可能である。

【0071】円偏光された照射が直線偏光された照射に変換されるように、図1の装置と同様に図3の装置においても前記コレステリックフィルタ19の背後に $\lambda/4$ 板23を選択的に配置することができる。現在最もよく使用されている液晶表示パネルは直線偏光された照射で動作する。 $\lambda/4$ 板の使用は表示パネル3の性質に依存するから、図1及び図4においては、この $\lambda/4$ 板23は破線で示されている。また、円-直線変換は可視波長範囲内で実現されねばならないから、例えば米国特許第5,029,986号に述べられているような広帯域の $\lambda/4$ 板が使用される。

15

【0072】前記コレステリックフィルタが3次元網構造を形成する光学的能動層を持つ単層フィルタであって、この特別な頑丈さのために自己支持型の膜を構成する場合、当該フィルタは拡散器17又は $\lambda/4$ 板23等の他の素子に取り付けることができる。このようにして非常に小型の照明システムを得ることができる。

【0073】照明システムにおいて照射源の利用可能な照射を非常に効率的に使用することができる方法を、偏光の方向及び照射の伝搬方向並びに上記のようなシステムの表示装置における利点等に関して述べた。この表示装置が直視型カラー表示装置である場合は、照射効率は上述した本発明と米国特許第5,029,986号に記載された発明との新規な組み合わせにより更に高めることができる。この場合、色に関する限り光源効率も上昇される。

【0074】図7は、上記の新規な組み合わせが使用された表示装置を概念的に示している。この装置の照明システム11は照射源13と、拡散器17と、コレステリック偏光フィルタ19と、選択的に設けるビーム集中素子21とを有している。上記照射源は例えば折れ曲がり形状のランプであり、該ランプは反射内壁15を持つホルダ内に配置されている。また、カラー表示パネル40は符号41、42及び43で示される3つの群に分割される多数のピクセルを有し、各々が所定の色、即ち赤、緑及び青の画像を発生する。上記各ピクセルに合わせた色フィルタのマトリクス50が前記パネル40の前方に配置されるが、この色フィルタも符号51、52及び53で示される3つの群に分割されている。対応するピクセル41、42及び43に対して適切な色の光のみを透過する上記フィルタは、この実施例においては、ダイクロミックミラーである。このようなミラーは、入射された副ビームのうちの当該ピクセルに関係しない色成分を前記照射源に向かって反射する。前記ホルダの反射性内壁は上記副ビームを当該照明システム内に送り返す。この副ビームが前記マトリクス50に到達すると、該副ビームは最初に反射されたのとは異なるミラーに当たる。何故なら、この副ビームはその経路において方向が変化されているからである。この場合、この副ビームの第2の色成分は対応するピクセルへ透過される。上記副ビームの残りの成分は再び照射源ホルダとの間で往復し、他の色フィルタにより対応するピクセルへ透過される。全ての副ビームは上述したようなやり方で当該照射システムを数回往復するので、照射源の照射の大部分は正しい色で各ピクセルに入射し、これにより色に関する限り高効率も達成される。

【0075】図7は $\lambda/4$ 板23を再び破線で示している。これは該 $\lambda/4$ 板を設けることは、LCDパネル40が直線偏光された照射で動作するか又は円偏光された照射で動作するかに依存するからである。

【0076】左旋性の及び右旋性の円偏光された照射に対する前記コレステリックフィルタ19の選択性が充分

16

に大きい場合は、前記LCDパネル3の前部に設けられると共に従来のLCDパネルの一部を形成し、且つ、LCDパネル3の背後の検光子53と一緒に形成された画像の十分なコントラストを保証するような従来の偏光子54は省略することができる。

【0077】図8は画像投影装置の一実施例を示している。この図において、ブロックAは本発明による照明システムを示し、該システムは主軸が当該画像投影装置の光学軸 $OO'$ に一致するような光ビームbを出力する。この光ビームは、白黒画像を投影する場合には1個の表示パネル3を持つような表示システムBに入射する。この表示パネルは、例えばガラス製の2枚の透明板体61及び63の間に封入された例えばネマチック型の液晶材料60の層を持つ液晶パネル等である。上記各板体上には駆動電極65及び67が各々設けられている。これらの電極は当該表示パネルに多数のピクセルを規定するために多数の行及び列に分割することができる。この場合、異なるピクセルは駆動端子69及び68により図に概念的に示したマトリクス電極を駆動することにより駆動される。かくして、電場が前記液晶材料60の両端間に所望の位置で印加される。上記のような電場は上記液晶材料60の有効な屈折率を変化させ、従ってピクセルを通過する光は、当該ピクセルの位置に局部電場が存在するか存在しないかに依存して偏光状態の変化を受けるか又は受けない。

【0078】上記のパッシブ駆動型表示パネルに代えて、アクティブ駆動型パネルを用いることもできる。この後者のパネルの場合は、一方の支持板体が電極を有し、他方の支持板体には半導体駆動電子回路が設けられる。この場合、各ピクセルは例えば薄膜トランジスタ等の自身のアクティブ駆動素子により駆動される。上記両形式の直接駆動型表示パネルは例えばヨーロッパ特許出願公開第EP0266184号に記載されている。

【0079】前記表示パネル3に入射するビームは偏光、好ましくは直線偏光、されなければならない。この目的のため、前記照明システムAには単層又は多層形式の偏光子及び前述したような拡散器が設けられる。更に、上記表示パネルにより透過された光の経路には検光子53が配設され、この検光子は、例えば駆動されると共にビームの偏光状態を変化させないピクセルからの光を投影レンズ系Cへ通過させる。なお、ビームの偏光状態を変化させる駆動されていないピクセルからの光は、上記検光子53により阻止される。このように、上記検光子はビームの偏光変調を輝度変調に変換する。投影レンズ系Cは前記パネル3上に形成された画像を投影スクリーンD上に投影する。このようにして投影された画像は上記投影スクリーンの背後の空間に位置する視聴者により観られる。

【0080】前述したように、上記表示パネルは好ましくは直線偏光された光により照射され、一方該パネルの

17

素子は偏光の方向を90°回転したり又は回転させなかったりする。原理的には、液晶表示パネルを持つ画像投影装置を直線偏光された光の代わりに円又は楕円偏光された光で動作させることも可能である。この場合、この表示パネルは上記の円偏光された光の回転方向又は楕円偏光された光の楕円軸の比を変化させることができるものである。このような変化は他の偏光手段を用いることにより輝度変調に変換することができる。

【0081】上記画像投影装置がカラー画像投影装置である場合は、前記表示系Bは各々が3原色の赤、緑及び青の1つに対応する3個の表示パネルと、前記ビームbをこれらのパネルのうちの対応する1つに入射させる多数のダイクロイック・ミラーとを有する。また、他のダイクロイック・ミラーが上記各パネルを通過したビームを1つのビームに合成し、このビームが前記投影レンズ系を通る。

【0082】また、カラー画像投影装置においては単一のカラー表示パネルを使用することも可能である。この場合は、好ましくは図7を参照して説明したようにピクセルの前に配置されるダイクロイック・ミラーのマトリクスが使用され、したがって同図を参照して述べたような利点をこのカラー画像投影装置においても得ることができる。

【0083】上記においては、本発明をツイステッド・ネマチック型又はスーパーツイステッド型等の液晶表示パネルを持つような表示装置を参照して説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。即ち、前記表示パネルは多結晶材料PZLT (Lanthanum doped Lead Zirconate Titanate) が用いられるSCD (Solid Cer

18

amic Display) パネル、又は超複屈折効果が利用されるようなパネル等であってもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1はコレステリックフィルタを含む本発明によるフラットパネル型の表示装置の一実施例の概念図、

【図2】 図2はコレステリックフィルタの反射スペクトルを示し、曲線aは層厚にわたってピッチpが一定の場合を、曲線bは層厚にわたってピッチpが連続的に変化する場合を示す、

【図3】 図3は拡散器による照射ビームの散乱を示し、aはプリズム箱を設けない場合を、bはプリズム箱を設けた場合を示す、

【図4】 図4はプリズム箱を備える本発明による表示装置の実施例の概念図、

【図5】 図5のa及びbはプリズム箱による散乱原理を説明するための説明図、

【図6】 図6のa～dは本発明による表示装置に使用されるプリズム箱の種々の例を示す斜視図、

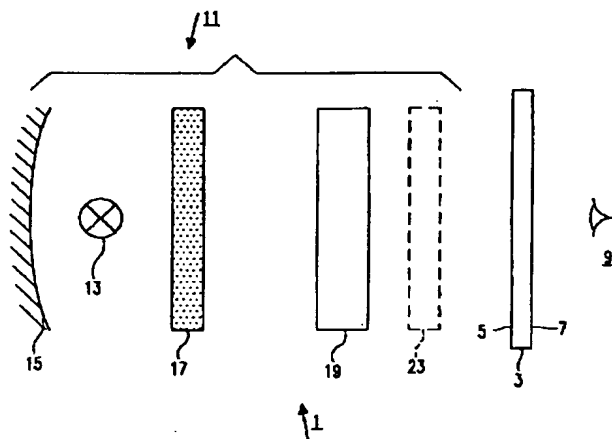
【図7】 図7は本発明による照明システムを含むフラットパネルカラー表示装置の実施例を示す分解斜視図、

【図8】 図8は本発明による照明システムを含む画像投影装置の実施例を示す概念図である。

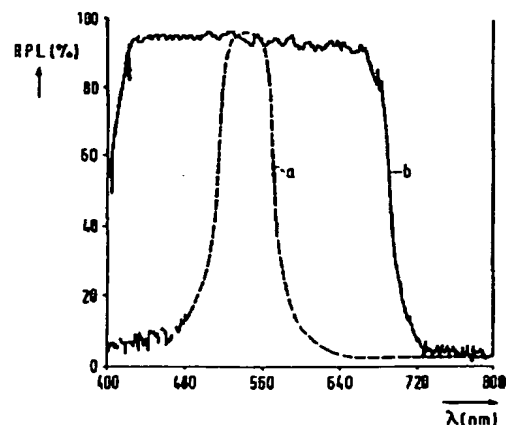
【符号の説明】

1…表示装置、  
11…照明システム、  
5…反射器、  
3…表示パネル、  
13…照射源、  
17…拡散器、  
19…コレステリックフィルタ。

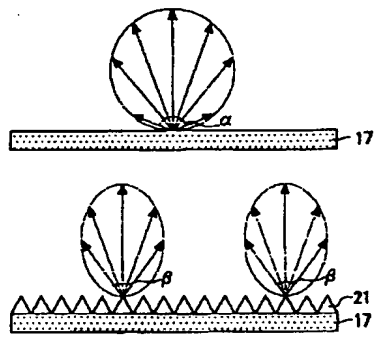
【図1】



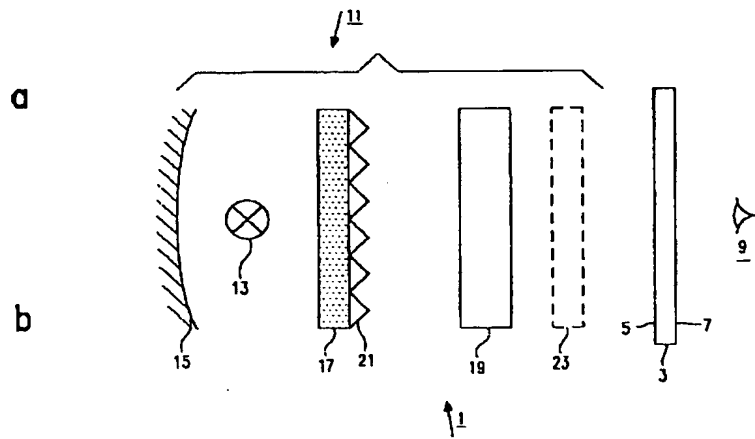
【図2】



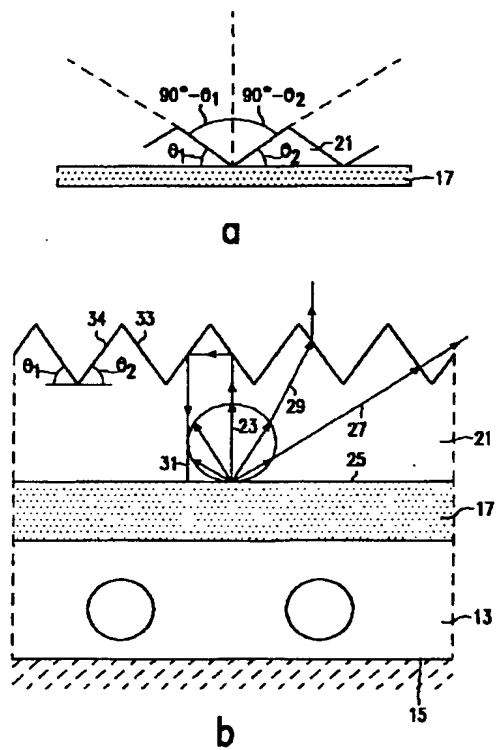
【図3】



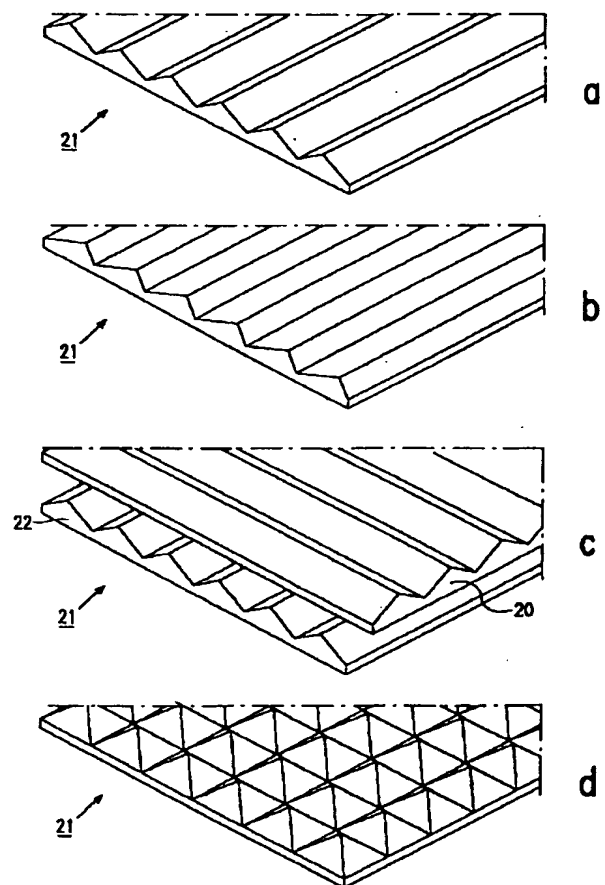
【図4】



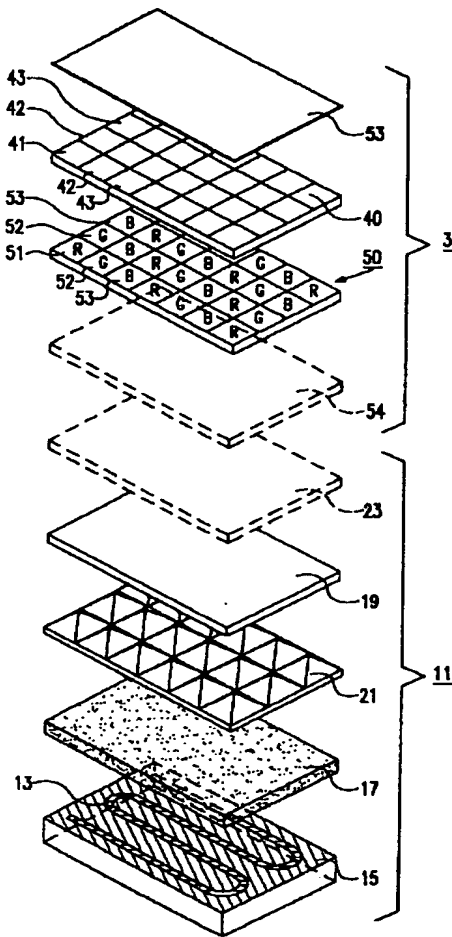
【図5】



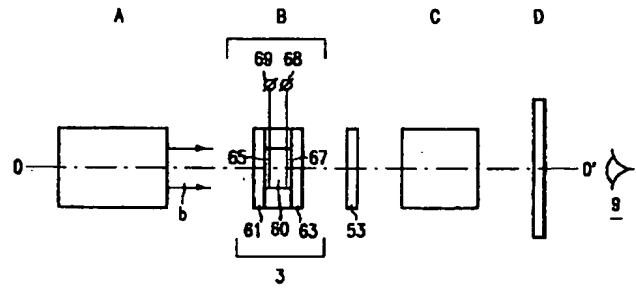
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 パウルス バルソロメウス ヨハネス シ  
 ャーレマン  
 オランダ国 5621 ベーアー アイन्दー  
 フェン フルーネヴァウツウェッハ 1